

Розробка засобів із продовження надійної та економічної експлуатації енергогенеруючих об'єктів у маневрених режимах

Разработка способов продолжения надежной и экономической эксплуатации энергогенерирующих объектов в маневренных режимах

The development of methods of prolongation of reliable and economical operation energy generating objects during variable mode of operation

- 1. Номер державної реєстрації, номер реєстрації в університеті – 0114U000564**
- 2. Науковий керівник – д.т.н., проф. Черноусенко О.Ю., Черноусенко О.Ю., Chernousenko O.J.**
- 3. Суть розробки, основні результати.**(Трьома мовами: укр., рос., англ.),
(укр.)

Зроблено техніко-економічний аналіз наявних та перспективних технологій генерації електроенергії, визначення технічних показників і собівартості виробництва для модернізованих та перспективних енергоблоків. Визначено критерії оптимізації, необхідні технологічні, економічні та режимні обмеження і балансові співвідношення

Розроблено алгоритм подовження експлуатації роторів парових турбін з урахуванням дії крутного моменту та математична модель оцінки крутильних коливань роторів потужних парових турбін. Проведено розрахункові дослідження дії крутильних коливань та оцінки залишкового ресурсу валопроводу парової турбіни К-200-130.

Розроблено конструкторську документацію модулів пальникових пристроїв з інтенсифікаторами процесу горіння. Визначено закономірності дифузійного та кінетичного вигорання палива в стабілізаторних пальниках. Видано рекомендації щодо розрахунку пальників з інтенсифікаторами горіння із можливістю роботи при зміні коефіцієнта надлишку повітря в широкому діапазоні.

Розроблено концепцію побудови високоякісних автоматичних систем регулювання (АСР) теплоенергетичними об'єктами із використанням теорії оптимізації, стратегії динамічної корекції роботи регуляторів та теорії H_{∞} , що дозволяє створювати ефективні структурні рішення для систем керування теплоенергетичними процесами у змінних режимах роботи. Запропоновано функціональні структури АСР, що можуть використовуватися на будь-яких технологічних об'єктах із інерційними каналами регулювання.

Розроблено методичне, технічне та програмне забезпечення для комп'ютерної системи, яка оптимізує режими роботи котлів із урахуванням факторів надійності, економічності та залишкового ресурсу. Результати роботи можуть бути використані при реконструкції чи новому будівництві котлів великої потужності теплових електричних станціях та ТЕЦ.

З метою використання зола шлакових відходів котлів ТЕС як техногенної сировини для промисловості та підвищення економічності діючих котлів за рахунок утилізації тепла відхідних газів виконано дослідження складу порівняльний аналіз золошлакових відходів Трипільської, Криворізької, Ладизінської ТЕС та розроблено рекомендації щодо шляхів утилізації тепла відхідних газів Київської ТЕЦ-5 та Дарницької ТЕЦ (м. Київ) на базі регресивно-кореляційного аналізу результатів експлуатації енергетичних та водогрійних котлів.

(рус.)

Проведен технико-экономический анализ существующих и перспективных технологий генерации электроэнергии, определены технические показатели и себестоимость производства для модернизированных и перспективных энергоблоков. Определены критерии оптимизации, необходимые технологические, экономические и режимные ограничения и балансовое соотношения.

Разработан алгоритм продолжения эксплуатации роторов паровых турбин с учетом действия крутящего момента и математическая модель оценки крутильных колебаний роторов мощных паровых турбин. Выполнены расчетные исследования действия крутильных колебаний и оценки остаточного ресурса валопровода паровой турбины К-200-130.

Разработана конструкторская документация на модули горелочных устройств с интенсификаторами процес сов горения. Определены закономерности диффузионного и кинетического выгорания топлива в стабилизаторных горелках. Выданы рекомендации по расчету горелок с интенсификаторами горения при работе с изменением коэффициента избытка воздуха в широком диапазоне.

Разработана концепция построения высококачественных автоматических систем регулирования (АСР) теплоэнергетическими объектами с использованием теории оптимизации, стратегии динамической коррекции работы регуляторов и теории H_{∞} , что позволяет создавать эффективные структурные решения для систем управления теплоэнергетическими процессами в переменных режимах работы. Предложено функциональные структуры АСР, которые могут использоваться на любых технологических объектах с инерционными каналами регулирования.

Разработано методическое, техническое и программное обеспечения для компьютерной системы, которая оптимизирует режимы работы котлов с учетом факторов надежности, экономичности и остаточного ресурса. Результаты работы могут быть использованы при реконструкции или новом строительстве котлов большой мощности тепловых электрических станциях и ТЭС.

С целью использования золошлаковых отходов котлов ТЭС в качестве техногенного сырья для промышленности и повышения экономичности действующих котлов за счет утилизации тепла отходящих газов выполнено исследование состава и сравнительный анализ золошлаковых отходов Трипольской, Кроворожской, Ладыжинской ТЭС и выработаны рекомендации по утилизации тепла отходящих газов Киевской ТЭЦ-5 и Дарницкой ТЭЦ (г. Киев) на базе регрессионно-корреляционного анализа результатов эксплуатации энергетических и водогрейных котлов.

(Eng.)

The technological and economic analysis of existing and long-rang power generation technologies is maid. The performance testing and production costs for modernized and advanced units are determined. The criteria optimizations, necessary technological, economic and regime restrictions and balance values were find.

The algorithms of lifetime extension rotors of steam turbines in view of torque and a mathematical model for evaluating of torsional oscillations of rotors of powerful steam turbines were developed. Calculated investigations of torque fluctuations action and evaluations of residual life shafting of steam turbine K-200-130 were carried out.

The design documentation of modules burners with the combustion process intensifiers are developed. The regularities of diffusion and kinetic burning in stabilized burners are determinated. The recommendations for the calculation of burners with combustion intensifiers that are able to work at variations of excess air in a wide range were delivered.

The concept of construction of high-grade automatic systems of regulating (ACP) by heat power installations with use of the theory of optimization, strategy of dynamic correction of work of regulators and theories H_{∞} is developed that allows to create effective structural solutions for control systems of heat power processes in variable operating modes. It is offered functional structures ASR which can be used on any technological installations with the inertia channels of regulating.

It is developed methodical, technical and program maintenance for computer system which optimizes operating modes of coppers taking into account factors of reliability, profitability and the

residual resource. Results of work can be used at redesign or new building of coppers of a high power thermal power plants and ТЭС.

In order to use fly ash and slag waste of boilers of thermal power stations as technogenic raw materials for industry and to improve the efficiency of existing boilers by using the utilization of waste gases the studies of the composition and comparative analysis of slag waste of Tripoli, Kryvyi Rih, Ladyzhinskaya thermal power stations was made and recommendations were developed on utilizing of waste gases of the Kyiv thermal power station № 5 and Darnyts'kaya (Kyiv) thermal power station on the base of the regressive-correlation analysis of the operation of energy and water boilers.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності (заявка на патент, патент, свідоцтво на авторське право).

1. Патент на корисну модель № u 93100./ Літовкін В.В., Кесова Л.О., Гулієнко В.С.// Аеропиложивильник газового вугілля. Опубл. 25.08.2014.Бюл. № 18/2014. Заявник і власник – НТУУ «КПІ».

3. Підготовлено заявки:

1. Літовкін В.В., Кесова Л.О., Гулієнко В.С. «Аеропиложивильник газового вугілля». Заявка U2013 / 4918. Заявник та власник – НТУУ «КПІ».

2. Кесова Л.О., Літовкін В.В., Шелешей Т.В. «Регулювання розподілу пилу між пальниками». Заявник та власник – НТУУ «КПІ». Дата подачі заявки

3. Заявка на корисну модель від 07.07.2015, № u201506730, Регулятор з динамічним коректором для об'єктів з часовою затримкою / Ковриго Ю.М., Бунке О.С., Новіков П.В.; Заявник та власник - НТУУ «КПІ».

5. Порівняння зі світовими аналогами.

- Запропоновані комп'ютерні моделі програмно-інформаційної системи моделювання розвитку електроенергетики України відповідають сучасному світовому підходу і орієнтовані на розв'язання задач оптимізації режимів роботи електростанцій України.

- Запропонована методика оцінки залишкового ресурсу валопроводів парових турбін з урахуванням крутильних коливань є унікальною і уніфікованою, вона не має аналогів у світовій практиці і відповідає сучасному напрямку робіт щодо подовження ресурсу експлуатації парових турбін великої потужності понад парковий ресурс.

- При розробці ефективних та екологічних пальникових пристроїв стабілізаторного типу з інтенсифікаторами процесів сумішоутворення і горіння використано сучасний світовий науковий підхід щодо створення пальників на базі мікрофакельних модульних елементів.

Фірми Siemens, Honeywell, Shnieder Electric, Mitsubishi та багато інших світових лідерів із автоматизації технологічних процесів пропонують системи з адаптивним керуванням. Огляд існуючих АСР показав, що незважаючи на велику кількість публікацій та відомостей із адаптивних систем керування, даних про реальне впровадження таких систем небагато.

У роботі розроблено методи синтезу систем керування теплоенергетичних процесів, де типові системи керування не можуть забезпечити необхідну якість у змінних режимах. Запропонований регулятор із внутрішньою моделлю малочутливий до зміни параметрів об'єкта в широкому діапазоні. Регулятор впроваджено на Трипільській ТЕС, за своїми показникам запропонований регулятор привабливий для застосування на багатьох промислових об'єктах, особливо із значною інерційністю.

Завдяки використанню розроблених методів досягнуто стабільної роботи систем керування при зміні динамічних властивостей об'єктів керування до 50 %, зменшення витрат на введення систем керування в дію, зниження вимог до кваліфікації обслуговуючого персоналу. Запропоновані адаптивні регулятори суттєво переважають за своїми показниками відомі технічні рішення, що описані у вітчизняній літературі або про які одержані відомості з

електронних засобів інформації. Результати роботи відповідають світовому рівню та перевищують відомі вітчизняні рішення.

– Запропонована методика експериментальних досліджень впливу режимних параметрів та умов експлуатації на температуру відхідних газів газомазутних та пилувугільних котлів ТЕЦ та ТЕС, а також на характеристики золошлакових відходів ТЕС не має аналогів в Україні і базується на передовому світовому досвіді з урахуванням стану та режимів роботи енергетичного обладнання країни.

6. Економічна привабливість для просування на ринок (вартість реалізації проекту, терміни впровадження та окупності, показники).

В результаті виконання НДР створено математичні та комп'ютерні моделі функціонування генеруючого устаткування в ринкових умовах, придатні для кількісного аналізу наслідків впливу змін в системі відносин між основними учасниками ринку на економічні та технологічні процеси в електроенергетичному секторі України. При цьому враховано техніко-економічні характеристики функціонування генеруючих блоків ТЕС, технологічні обмеження на їх використання, а також електричні характеристики ЛЕП та обмеження на їх пропускну спроможність. Розробку моделей рівноважного стану енергоринку України здійснено на основі фактичних даних, представлених в специфічних форматах галузевої звітності.

Використання результатів досліджень у напрямку продовження терміну експлуатації енергоблоків потужністю 200 МВт на 30–50 тис. годин, можуть дати річний економічний ефект від 15 млн. грн. (на один блок ТЕС) за рахунок збільшення виробництва електроенергії та підвищення надійності роботи обладнання.

Результати виконаних досліджень можуть бути використанні шляхом реалізації розробленої технології зменшення витрат природного газу у великій і малій енергетиці, промисловості і газотранспортній системі України у разі використання палинкових пристроїв стабілізаторного типу з інтенсифікаторами процесів сумішоутворення та горіння. Крім економічних показників це дозволить на 20 – 30 % зменшити викиди шкідливих оксидів азоту; окупність затрат на установку чи модернізацію палинкових пристроїв тільки за рахунок економії газу складає 1 – 1,5 роки.

Використання розробленої системи транспорту вугільного пилу з високою концентрацією в транспортуючому повітрі призводить до економії електроенергії на власні потреби, зменшення втрат палива з механічним та хімічним недопалом, економії матеріалів при ремонтних роботах. Економічний ефект за 2012 р. від впровадження системи ПВКт на котлах ТПП-210А енергоблоків 300 МВт ТпТЕС (1 рік) склав 10,9 млн. грн.

Застосування розроблених методів до реалізації систем автоматичного керування теплоенергетичними об'єктами дозволяє:

- підвищити ефективність керування обладнанням ТЕС в змінних режимах роботи, що забезпечує зменшення витрат енергоносіїв при переході на новий режим роботи обладнання;
- зменшити долю участі обслуговуючого персоналу у керуванні обладнанням ТЕС, що дозволить знизити вплив людського фактору у прийнятті рішень;
- знизити (до 20 %) питомі енерговитрати у секторі малої енергетики;
- зменшити витрати на введення систем керування в дію.

Результати досліджень використано в монографії Черноусенко О.Ю. Оценка остаточного ресурса и продление эксплуатации паровых турбин большой мощности: Монография / О.Ю.Черноусенко//. – Х.: ФОП Бровин А.В., 2014. – 308 с. ISBN: 978-966-2445-79-4.(умов. друк. Арк. 17.9) українською мовою; № рішення НТ ради 11; дата 27.05.2014.

Результати роботи планується використати в підручнику Ковриго Ю.М., Мисак В.Ф. «Моделювання та ідентифікація теплоенергетичних об'єктів автоматичного керування».

Результати досліджень будуть використані в учбовому процесі при розробці нових розділів «Проблеми ефективного спалювання скидних та альтернативних паливних

енергоресурсів», «Засоби термодинамічного форсування парогазових турбінних установок» в учбових курсах з дисциплін «Газотурбінні та парогазові установки», «Розрахунки горіння палива та обладнання для його спалювання», «Енергозберігаючі технології ТЕС»; а також розділу «Моделювання і оптимізація систем керування» в учбових курсах "Автоматичне управління теплоенергетичних установок електростанцій", "Автоматизація теплоенергетичних процесів" та "Інформаційні технології проектування".

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

Можливими користувачами результатів роботи є підприємства енергогенеруючих компаній Міністерство енергетики та вугільної промисловості України (блоки потужністю: 200 – 42 блока, 300 МВт – до 30 блоків) та промислові підприємства, що мають на своєму балансі котельні з енергетичними та промисловими паровими котлами з метою істотного обмеження використання газоподібного палива та покращення екологічної безпеки.

Ймовірними споживачами результатів роботи є ПАТ «Київенерго» та ПАТ «Центренерго», ПАТ «Донбасенерго», ПАТ «Східенерго».

Наміри електростанцій при реконструкції і модернізації за рахунок мало витратних технологій в рамках «Галузевої програми реконструкції та модернізації ТЕС України» Міністерства енергетики та вугільної промисловості.

Розроблені методи та системи, алгоритмічне забезпечення, програмні модулі і методики з високоефективних систем керування на основі принципів параметричної оптимізації та адаптації, робасного керування можуть бути використані в рамках реконструкції АСУТП на Трипільській ТЕС, Київських ТЕЦ-5 та ТЕЦ-6, Маріупольському комбінаті «Азовсталь», в організації розробки систем керування ДНВП "Інформтех НВК "КІА"", в підприємстві-виробнику мікропроцесорних контролерів ТОВ «РАУТ-автоматик», в НДПК інституті «Енергопроект».

8. Стан готовності розробки (лабораторний або промисловий зразок, технічна документація, бізнес-план, готова до впровадження).

Розроблені рекомендації щодо створення відповідних високоефективних пального пристроїв, а також рекомендації для галузевого стандарту на розмел кам'яного вугілля. По технології термохімічної підготовки палива потрібна реалізація готового проекту пальника тепловою потужністю 75 МВт з газовим муфелем (котел ТПП-210 А на вугіллі марки АШ).

Розроблено комплексний підхід до оцінки залишкового ресурсу високотемпературних елементів парових турбін з урахуванням їх експлуатаційних пошкоджень для подовження терміну експлуатації. Подовжено експлуатацію парових турбін К-200-130 енергоблоків №11,13-15 ЛТЕС на 50 тис. год.

Розроблені алгоритмічні та програмні рішення для керування процесами для об'єктів у змінних режимах, які реалізовані у сучасних програмно-технічних комплексах АСУТП. Розробки пройшли дослідно-промислові випробовування та підтвердили свою ефективність. Запропоновані програмно-технічні рішення доцільно використовувати для проектування нових або реконструкції діючих АСУТП ТЕС, а також при вирішенні задач автоматизації інженерних систем теплоспоживання промисловості та об'єктів ЖКХ.

9. Існуючі результати впровадження

Пальникові пристрої при роботі на газоподібному паливі впроваджені в котлах різної потужності, печах, сушилах, підігрівачах різних галузей промисловості, на Трипільській ТЕС. Впровадження результатів роботи дозволить суттєво зменшити втрати тепла з механічним недопалом і, як наслідок, підвищити коефіцієнт корисної дії котла. Розшириться діапазон сталого запалювання та горіння пиловугільного палива, скоротити витрати природного газу,

Роботи з комплексного підходу до оцінки залишкового ресурсу високотемпературних елементів парових турбін з урахуванням їх експлуатаційних пошкоджень використано для подовження терміну експлуатації парових турбін. Подовжено експлуатацію парових турбін К-200-130 енергоблоків №11,13, 14, 15 Луганської ТЕС на 50 тис. год, про що видано акти впровадження.

Результати досліджень впроваджено у виробництво: на енергоблоці №2 котлоагрегату ТПП-210А Трипільської ТЕС (система автоматичного керування температурним режимом пароводяного тракту енергоблоку), що забезпечило зменшення динамічного викиду регульованої змінної в перехідних режимах на 15%; контролерів ТОВ “РАУТ-Автоматік” (програмне забезпечення контролерів на базі ІМС-алгоритмів); при автоматизації парової турбіни SST-4005691 и компресора 7RMA122A на ПАТ «Єнакіївський металургійний завод».

Результати НДР впроваджено у навчальний процес: розроблено 6 нових розділів з 6 дисциплін, “Теплові та атомні електростанції” (розділ «Допоміжне обладнання пилосистем»), “Газотурбінні та парогазові установки” (розділ «Пальники камер згорання»), «Розрахунки горіння палива та обладнання для спалювання» (розділ «Еколого-економічні методи спалювання газу»), “Автоматизація технологічних процесів в галузі” (розділ «АСР основних технологічних параметрів»). “Сучасні розділи теорії автоматичного керування” (розділ “Адаптивні системи керування”), «Турбіни ТЕС та АЕС» (розділ «Продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків ТЕС»), “Автоматизація та енергозбереження” (розділ “Системи регулювання для теплоспоживання”). Розроблено 3 лабораторних роботи.

13. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

НТУУ «КПІ», ТЕФ. Кафедри теплоенергетичних установок теплових та атомних електростанцій (ТЕУ Т та АЕС), атомних електростанцій та інженерної теплофізики (АЕС та ІТФ), автоматизації теплоенергетичних процесів (АТЕП), 066-735-95-78, tes-kpi@mail.ru

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання :

За результатами роботи видано: 2 монографії; 1 навчальний посібник з грифом МОН України; 8 навчальних посібників з грифом ТЕФ НТУУ «КПІ»; опубліковано 33 статті (в т.ч. 11, що входять до міжнародних наукометричних баз, 6 в зарубіжних виданнях, 16 у фахових виданнях); 33 тези доповідей на 12 конференціях (11 міжнародних), в тому числі 3 тези у закордонних виданнях, 26 тез доповідей із студентами.

Монографії - 2

1. Черноусенко О.Ю. Оценка остаточного ресурса и продление эксплуатации паровых турбин большой мощности: Монография / О.Ю.Черноусенко//. – Х.: ФОП Бровин А.В., 2014. – 308 с. ISBN: 978-966-2445-79-4.(умов. друк. Арк. 17.9) українською мовою; № рішення НТ ради 11; дата 27.05.2014.

2. Коновалов М.А. Основы новой стратегии синтеза систем оптимального управления [Текст]: монография / М.А. Коновалов, А.С. Бунке. – К.: Феникс, 2015. – 277 с.

Навчальні посібники з грифом МОН «України» - 1

1. Трегуб В.Г. Проектирование систем автоматизации. [Текст]: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.:Ліра-К, 2014 – 344 с.

Статті, що входять до міжнародних наукометричних баз даних - 10

1. Фиалко Н.М., Бутовский Л.С., Абдулин М.З. и др.. Математическое моделирование процессов течения и смесеобразования в цилиндрическом стабилизаторном горелочном устройстве // Восточно-европейский журнал, 2014. - Т.3, № 8 (69) – С. 115-120.

2. Кесова Л.О., Шелешей Т.В., Дрогальчук К.А. Анализ шляхів утилізації тепла димових газів котлів маневрових енергоблоків енергоблоків ТЕС // Вісник НТУ «ХПІ» .- 2014.- № 11.- С.169-175.
3. Черноусенко О.Ю. Сопоставление 2D- и 3D расчетных моделей оценки остаточного ресурса высокотемпературных элементов паровой турбины / Черноусенко О.Ю.// - Вестник НТУ «ХПИ». Збірник наукових праць. Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. - 2014.- № 11 (1054).- С.117 - 125. ISBN: 2078-774 X (Power and heat engineering and equipment, ISSN 2078 – 774 X) Ulrich's Periodicals Directory USA, Bowker.
4. Черноусенко О.Ю. Сравнение расчётных и экспериментальных данных напряжённо-деформированного состояния элементов турбины К-200-130 / О.Ю. Черноусенко // Вестник НТУ «ХПИ». Збірник наукових праць. Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – 2015.- №15(1124).- С.50-56. ISBN: 2078-774X (Power and heat engineering and equipment, ISSN 2078- 774X) Ulrich's Periodicals Directory USA, Bowker.
5. Ковриго Ю.М. Обеспечение робастности в АСУ теплоэнергетическими объектами [Текст] / Ю.М. Ковриго, Т.Г. Баган, А.С. Бунке // Теплоэнергетика – Москва. – 2014. – № 3. – С. 9-14. (Scopus)
6. Голинко И.М. Экспресс-метод оптимальной настройки аналогового регулятора по интегральным критериям качества / И.М. Голинко, Ю.М. Ковриго, А.И. Кубрак // Теплоэнергетика. –2014, № 3. –С. 15–22. (Scopus)
7. Голинко И.М. Инженерный метод оптимизации цифровых систем управления / Голинко И.М., Ладанюк А.П., Кубрак А.И. // Проблемы управления и информатики. – 2014, №1. –С. 80–87 (Scopus)
8. Голинко И.М. Оптимальная настройка системы управления для объекта второго порядка с запаздыванием / Голинко И.М. // Теплоэнергетика. –2014, № 7. –С. 63–71 (Scopus)
9. Ковриго Ю.М. Проектування систем керування з регулятором на базі внутрішньої моделі з двома ступенями свободи / Ковриго Ю.М., Баган Т.Г., Ущиповський А.П. // Східно-Європейський журнал передових технологій – 2014. № 11 (70) С. 4-8. (Scopus)
10. Степанец А.В. Адаптивная система автоматического управления с частотной настройкой ПИ-регулятора / А.В. Степанец, Д.А. Моторина // Східно-Європейський журнал передових технологій - 2014. -№2/9 (68), С. 45-48. (Scopus)
11. Черноусенко О.Ю. Управление ресурсом корпусных деталей паровых турбин / О.Ю.Черноусенко, В.А. Пешко // - Вестник НТУ «ХПИ». Збірник наукових праць. Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – 2015.- №16(1125).- С.26-31. ISBN: 2078-774X (Power and heat engineering and equipment, ISSN 2078-774X) Ulrich's Periodicals Directory USA, Bowker.

Статті, опубліковані в зарубіжних виданнях - 6

1. Абдулин М.З., Дворцин Г.Р., Жученко А.М. Современное состояние технологий сжигания // Энергоназор» (Россия, Екатеринбург). - 2014, № 4. - С.27-29.
2. Rundyk D., Ryabokon N. Choosing of fruit – berry fillings for condensed canned milk with sugar. Food and Environment Safety – Journal of Faculty of Food Engineering, Stefancel Mare University – Suceava, Volume XIII, Issue 3 – 2014, p.p. 193 – 200.
3. Kovrigo Yu.M. Securing Robust Control in Systems for Closed-Loop Control of Inertial Thermal Power Facilities / Yu.M. Kovrigo, T.G. Bagan, A.C. Bunke // ISSN 0040-6015, Thermal Engineering, 2014, Vol. 61, No. 3 pp. 183–189.
4. Golinko I.M. An Express Method for Optimally Tuning an Analog Controller with Respect to Integral Quality Criteria / I.M. Golinko, Yu.M. Kovrigo, A.I. Kubrak // ISSN 0040-6015, Thermal Engineering, 2014, Vol. 61, No. 3, pp. 189–197.

5. Golinko I.M. Engineering Method of Optimization of Digital Control Systems / I.M. Golinko, A.P. Ladanyuk, A.I. Kubrak // ISSN 1064-2315, Journal of Automation and Information Sciences, 2014, Vol. 46, No. 2, pp. 67–75.
6. Golinko I.M. Optimal Tuning of a Control System for a Second-Order Plant with Time Delay / I.M. Golinko // ISSN 0040-6015, Thermal Engineering, 2014, Vol. 61, No. 7, pp. 524–532.

Статті у фахових виданнях – 16

1. Фиалко Н.М., Абдулин М.З., Бутовский Л.С. и др. Интенсификация процессов переноса в горелочном устройстве с цилиндрическим стабилизатором пламени // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.5 – С. 136-142.
1. Фиалко Н.М., Абдулин М.З., Бутовский Л.С. и др. Закономерности смесеобразования в эшелонированных решетках плоских стабилизаторов пламени // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.7. – С. 27-34.
2. Фиалко Н.М., Абдулин М.З., Бутовский Л.С. и др. Влияние пластинчатых турбулизаторов потока на характеристики течения и смесеобразования топлива и окислителя в цилиндрическом стабилизаторном горелочном устройстве // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.6. – С.114 – 121.
3. Кесова Л.О. Активация, плазмохимическое воспламенение и сжигание водоуглей //Новини енергетики. - 2014 р. - № 1. – С. 36-48.
4. Кравчук Г.В., Кесова Л.О. Способи видалення та транспортування шлаку ТЕС // Новини енергетики - 2014 р. - № 1. – С. 41-47.
5. Кесова Л.О., Георгиев А.В., Побировский Ю.Н., Шелешей Т.В., Кравец П.П. // Оптимизация расхода подсветочного топлива на ТЭС, сжигающих низкорекреационные угли // Энерготехнологии и ресурсосбережение. - 2014 г. - № 1. – С. 87 – 91.
6. Кесова Л.А., Меренгер П.П., Черезов Н.Н. Оптимизация режимов работы аэрационных пылепитателей котлов тепловых электростанций // Энергетика и электрификация . – 2014. - № 1. – С. 36 – 41.
7. Яценко В. П., Шрайбер О. А. Використання теплоти відпрацьованих газів промислових печей методом термохімічної регенерації // Проблеми загальної енергетики. – 2014. – Вип. 1(36). – С. 19 – 23.
8. Саух С.Е., Борисенко А.В., Джигун О.М. Модель сети магистральных линий электропередачи в задачах планирования развития электроэнергетических систем // Электронное моделирование. – 2014. - № 2 - С. 20-26.
9. Кравчук Г.В. Проблеми та перспективи утилізації золошлакових відходів ТЕС. / Кравчук Г.В. Кесова Л.О. // "Энерготехнологии и ресурсосбережение – 2015, № 1. – С. 27-29.
10. Кесова Л.О. Комерційний потенціал та переробка золошлакових відходів ТЕС з метою утилізації / Кесова Л.О., Костогриз К.П., Кравчук Г.В. // "Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2014. – С.- 46-52.
11. Ковриго Ю.М. Питання моделювання роботи виконавчих механізмів і регулюючих органів в системі керування котлоагрегатом / Ю.М. Ковриго, Р.П. Саков , // Вісник Приазовського державного технічного університету, серія : Технічні науки : збірник наукових праць,. – 2015. - №2(31). С. 90–98.
12. Ковриго Ю.М. Прогнозне керування ефективністю горіння парового котла / Ю.М. Ковриго, Р.П. Саков // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну, серія : Технічні науки : збірник наукових праць,. – 2015. - №5(90). – С. 118–126
13. Степанец А.В. Аудит качества работы алгоритмов управления барабанных паровых котлов на стадии проектирования системы автоматизации [Текст] / А.В. Степанец, Л.А. Коропова // Технологический аудит и резервы производства. - 2015. -№3/2(23). – С. 8-12.

14. Голинко И.М. Система управления с компенсацией нелинейности исполнительного устройства / И.М. Голинко, И.Е. Галицкая, В.Ю. Степаненко // Інформаційні системи, механіка та керування. 2014. № 10, С. 131–141.
15. Степанец А.В. Система автоматического управления с функцией самоподстройки для регулирования уровня в барабане котлоагрегата / А.В. Степанец, Л.А. Коропова // Современный научный вестник. - 2014. -№34 (230), С. 23-28

Тези доповідей, опубліковані в наукових виданнях – 26

1. Горяч Д. А., Кесова Л.О. Аераційний пиложивильник // Тези XII міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів, студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики". - Київ, НТУУ "КПІ"; 22.04.2014.
2. Шелешей Т.В., Кесова Л.О. Утилізація теплоти відхідних газів котлів ТЕС // Тези XII міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики». - Київ, НТУУ «КПІ». 24.04.2014.
3. Соломіна Л.І., Грановська О.О. Методи інтенсифікації процесів горіння в пальникових пристроях // Тези XII Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрів і студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики»; 24-25 квітня.2014 – Київ, НТУУ «КПІ». - С. 103.
4. Серый А.А., Абдулин М.З. Дослідження гідродинамічного стабілізатора полум'я з поперечною подачею палива // Тези XII Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрів і студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики»; 24-25 квітня.2014 – Київ, НТУУ «КПІ». – С.
5. Кесова Л.О., Шелешей. Т.В., Дрогальчук К.А. Аналіз шляхів утилізації тепла димових газів котлів маневрових енергоблоків енергоблоків ТЕС // Тези X міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми енергосбереження України и пути их решения». Харків: НТУУ «ХПІ»; 23.04.2014. – С.
6. Боднарчук П.А., Черноусенко О.Ю. Визначення залишкового ресурсу енергоблоків 200 МВт України // Тези доповідей XIII міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів, студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики". Т. 1 - Київ, НТУУ "КПІ"; 21 - 24.04.2015. – С. 96.
7. Гудов М.І., Черноусенко О.Ю. Пошкоджуваність від крутильних коливань та залишковий ресурс валопроводу парової турбіни К-200-130 // Тези доповідей XIII міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів, студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики". Т. 1 - Київ, НТУУ "КПІ"; 21 - 24.04.2015. – С. 98.
8. Мельников М.С., Риндюк Д.В. Експлуатація високотемпературного енергетичного обладнання електричних станцій. Проблеми та їх вирішення. // Тези доповідей XIII міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів, студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики". Т. 1 - Київ, НТУУ "КПІ"; 21 - 24.04.2015. – С. 104.
9. Печерский Д.А., Черноусенко О.Ю. Геометрическое моделирование элементов турбины типа К-1000-60/3000 // Тези доповідей XIII міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів, студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики". Т. 1 - Київ, НТУУ "КПІ"; 21 - 24.04.2015. – С. 113.
10. Пешко В.А., Черноусенко О.Ю. Дослідження ресурсних можливостей корпусу ЦСТ турбіни К-200-130 ЛМЗ:геометричне моделювання. // Тези доповідей XIII міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів, студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики". Т. 1 - Київ, НТУУ "КПІ"; 21 - 24.04.2015. – С. 114.
11. Черноусенко О.Ю., Никуленкова Т.В. Складові комплексної схеми визначення залишкового ресурсу роторів парової турбіни / Черноусенко О.Ю., Никуленкова Т.В.//

- 3б. тез доповідей «Вугільна теплоенергетика: проблеми реабілітації та розвитку» – 2014. – С. 18-21.
12. Черноусенко О.Ю. Влияние учета усилий на шпильках на показатели ЦСД турбины К-200-130 / О.Ю. Черноусенко, В.А. Пешко // Тези доповідей XV науково-технічної конференції «Совершенствование турбоустановок методами математического и физического моделирования», Харків, 14-17 вересня 2015 р. – С. 18-22.
 13. Ковриго Ю.М. Удосконалення каскадної системи регулювання температури перегрітої пари [Текст] / Ю.М. Ковриго, О.В. Степанець, О.С. Бунке // Автоматика-2014 : 21-а Міжнародна конференція з автоматичного управління, 23-27 вер. 2014р. : тези доп. — К.: Вид-во НТУУ“КПІ” ВПІ ВПК “Політехніка”, 2014. – С. 278-279.
 14. Ковриго Ю.М. Універсальна платформа розробки навчальних стендів в галузі автоматизації технологічних процесів [Текст] / Ю.М. Ковриго, О.В. Степанець, О.С. Бунке // Автоматика-2015 : XXII Міжнародна конференція з автоматичного управління, 10-10 вер. 2015р. : матеріали конф. — Одеса: ТЕС, 2015. – С. 194-195.
 15. Ковриго Ю.М. Синтез робастного регулятора для об'єктів с змінюючимися параметрами [Текст] / Ковриго Ю.М., Т.Г. Баган // Доклады БГУИР: Мінськ, 2015. – С.168-171.
 16. Ковриго Ю.М. Способи покращення якості для робастних систем з регулятором з внутрішньою моделлю управління / Ковриго Ю.М., Т.Г. Баган // Автоматика-2014: Міжнародна конференція з автоматичного управління, присвячена 100-річчю з дня народження академіка НАНУ О.І. Кухтенка : тези доп. – Київ, 2014. – С.114-115.
 17. Ковриго Ю.М. Питання моделювання роботи виконавчих механізмів і регулюючих органів / Ковриго Ю.М., Саков Р.П.// Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, спеціалістів, аспірантів «Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика»: 3б. тез доповідей. - Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2015. – С 57.
 18. Ковриго Ю.М. Моделювання системи керування тепловим навантаженням прямоточного котлоагрегату з урахуванням типу зони нечутливості / Ковриго Ю.М., Саков Р.П.// XIII міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрантів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики»: 3б. тез доповідей. - Київ: НТУУ «КПІ», 2015. – Том 2 С 34.
 19. Ковриго Ю.М. Інтерактивний програмно-технічний комплекс моделювання САР / Ковриго Ю.М., Бунке О.С., Саков Р.П.// Матеріали XXII Міжнар. Конф. з автоматичного управління (Автоматика – 2015), м. Одеса, 10-11 вересня 2015 р. – Одеса: ТЕС, 2015. – С. 77-78.
 20. Степанець О.В. Регулятор с самоподстройкой для управления уровнем воды в барабане котлоагрегата / Степанець О.В., Коропова Л.О. // Майбутні дослідження-2014: X міжнародна науково-практична конференція, 17-25 лютого 2014р.: мат. конф. – Болгарія, Софія, 2014. – С. 73-76.
 21. Степанець О.В. Модель динаміки парогенератора для досліджень нових алгоритмів керування / Степанець О.В., Коропова Л.О. // Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики : XII міжнар. наук.-прак. конф. аспірантів, магістрантів і студентів, 22-25 кв. 2014р. : тези доп. — К., 2014. — С.25
 22. Степанець О.В. Комплекс імітаційного тестування алгоритмів керування котлоагрегатом [Текст] / О.В. Степанець, Л.О. Коропова // Автоматика-2014 : 21-а Міжнародна конференція з автоматичного управління, 23-27 вер. 2014р. : тези доп. — К.: Вид-во НТУУ“КПІ” ВПІ ВПК “Політехніка”, 2014. – С. 122-123.
 23. Степанець А.В. Комплексная математическая модель динамики барабанного парового котла в задаче синтеза алгоритмов управления [Текст] / А.В. Степанец, Л.А. Коропова // Доклады БГУИР. – 2015. №2 (88). С. 172-175.

24. Баган Т.Г. Модифікація регулятора з внутрішньою моделлю / Т.Г. Баган, А.Л. Ущатовський // Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики : XIII міжнар. наук.-прак. конф. асп., маг. і студ.: тези доп. – К., 2015. – С. 24.
25. Баган Т.Г. Досягнення робастної якості для об'єктів зі змінними параметрами / Т.Г. Баган // Автоматика-2015: Міжнародна конференція з автоматичного управління: тези доп. – Одеса, 2015. – С.38-39.
26. Баган Т.Г. Синтез робастного регулятора з двома ступенями свободи для мінімізації функції чутливості системи керування / Т.Г. Баган, А.Л. Ущатовський // Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики : XII міжнар. наук.-прак. конф. асп., маг. і студ.: тези доп. – К., 2014. – С. 129.

16. Ключові слова до розробки

Котельний агрегат, вугілля, пилососильник, пальник, мікрофакельне спалювання, система автоматичного регулювання, об'єкт керування, енергоблок, теплова електрична станція, індивідуальний ресурс, малоциклова утомленість, парковий ресурс, критерій оптимізації, енергоефективність, робастність, оптимізація, діагностика, технічне та програмне забезпечення, стабілізатор полум'я