**Скуртов Сергій Миколайович. Синтез цифрових регуляторів одномірних і двомірних систем керування основними параметрами парогенераторів: дис... канд. техн. наук: 05.13.07 / Науково-виробнича корпорація "Київський ін-т автоматики". - К., 2004.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Скуртов С.М. Синтез цифрових регуляторів одномірних та двомірних систем керування основними параметрами парогенераторів.- **Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 “Автоматизація технологічних процесів” - Науково-виробнича корпорація “Киівський інститут автоматики”, 2004.  Дисертація присвячена підвищенню якості (зменшенню динамічних похибок і підвищенню швидкодії) цифроаналогових одно- і двомірних систем автоматичного керування параметрами парогенераторів шляхом застосування цифрових оптимальних за швидкодією та нечітких (працюючих на базі нечіткої логіки) регуляторів для одномірних систем і прямих (головних) цифрових та перехресних (розв**’**язуючих канали керування) аналогових регуляторів для двомірних систем. Розроблені математичні моделі одно- та двомірних систем автоматичного регулювання тиску пари у випарнику і температури пари на виході нагрівача парогенераторів (парових котлів), а також одномірної системи регулювання температури перегрітої пари на виході парового котла. Удосконалені методики і представлений математичний апарат синтезу оптимальних за швидкодією і нечітких цифрових регуляторів для одномірних систем та синтеза головних (прямих) цифрових та аналогових перехресних регуляторів для двомірних систем автоматичного керування параметрами парогенераторів.Проведено дослідження цифроаналогових систем автоматичного керування параметрами парогенераторів із синтезованими головними (прямими) оптимальними за швидкодією та нечіткими цифровими регуляторами і синтезованими аналоговими перехресними регуляторами при ступінчастих і довільних вхідних діяннях шляхом математичного моделювання з використанням інтерактивної системи МАТLAB. | |
| |  | | --- | | 1. Розробка цифрових САК параметрами парогенератора як багатомірного об’єкта керування є складною і актуальною проблемою, а однією з основних задач при проектуванні цифроаналогових САК є задача синтезу цифрових регуляторів. В дисертації вирішена задача параметричного синтезу оптимальних за швидкодією та нечітких (працюючих на базі нечіткої логіки) регуляторів для одномірних та прямих (головних) цифрових і перехресних (розв’язуючих канали керування) аналогових регуляторів для двомірних САК параметрами парогенераторів і проведено дослідження методом математичного моделювання одно- та двомірних САК із синтезованими регуляторами.  2. Розроблені лінійні математичні моделі одномірних САК параметрами (тиском пари у випарнику і температурою пари на виході нагрівача) парогенераторів з цифровими регуляторами і двомірних САК з прямими цифровими та аналоговими перехрестними регуляторами. При побудові двомірних САК параметрами парогенераторів аналогічно головним і перехресним елементам передачі двомірного об’єкта керування вводяться головні (прямі) і перехресні регулятори. Головні регулятори призначені для безпосереднього керування головними елементами об’єкта керування і забезпечують потрібну якість перехідних процесів відносно змінних, які задаються. Перехресні регулятори синтезують так, щоб розв’язати контури керування. Одержані формули для передавальних функцій перехресних регуляторів за умови розв’язки контурів керування.  3. Удосконалені методики синтезу оптимальних за швидкодією і нечітких цифрових регуляторів одномірних САК та синтеза головних (прямих) і аналогових перехресних регуляторів двомірних САК параметрами ГТД. Важливою відзнакою синтезованих по запронованій методиці оптимальних за швидкодією регуляторів від відомих “аперіодичних” регуляторів є те, що вони відпрацьовують не східчасті (ступінчасті), а діяння, які лінійно змінюються і якими апроксимують довільні діяння, що поступають на вхід контурів керування. Тому ці регулятори здатні забезпечити більш високу якість САК, яка характеризується поточними похибками розузгодження в замкнутих контурах керування. Методика параметричного синтезу нечітких прямих цифрових регуляторів відрізняється від відомих наступним. Синтез виконується шляхом оптимізації діапазонів зміни вхідних параметрів регулятора і параметрів функцій належності нечітких термів. В якості вхідних параметрів нечіткого регулятора використовується похибка, перша та друга похідна похибки, а вихідним параметром регулятора є керуючє діяння на об’єкт керування. Для спрощення розрахунків використовуються тільки дві лінгвістичні оцінки параметрів регулятора: «від’ємна» і «додатня».  4. Проведено дослідження цифроаналогових одномірних САК параметрами парогенераторів із синтезованими цифровими регуляторами та двомірних САК із синтезованими головними цифровими регуляторами і перехресними (розв**’**язуючими канали керування) аналоговими регуляторами при ступінчастих і довільних вхідних діяннях шляхом математичного моделювання із використанням інтерактивної системи МАТLAB. В одно- і двомірних САК (при розв’язці контурів керування за допомогою перехресних регуляторів) при використанні оптимальних за швидкодією регуляторів перехідні процеси керування закінчуються за кроків квантування (- порядок кожного каналу керування). Тому тривалість перехідних процесів залежить від величини кроку квантування . Із зменьшенням зростає амплітуда імпульсів керування. Таким чином, швидкодія контурів керування обмежується допустимим підсиленням, необхідним для формування амплітуд імпульсів керування.  5. Показано, що для системи з об’єктом керування - “виконавчий пристрій + випарник” - цифровий оптимальний за швидкодією регулятор дозволяє одержати мінімальний час регулювання (максимальну швидкодію) системи, рівний 2,3с. В системі з нечітким регулятором час регулювання в 5 разів більше, а в системі с ПІД-регулятором приблизно в 46 разів більше, ніж в системі з оптимальним за швидкодією регулятором. Нечіткий (працюючий на базі нечіткої логіки) регулятор дозволяє одержати найменшу максимальну поточну похибку розузгодження, яка складає 0,05% від амплітуди еквівалентного гармонійного діяння. Максимальна поточна похибка розузгодження в системі з оптимальним за швидкодією регулятором в 2,2 раза більше, а в системі с ПІД-регулятором в 102 раза більше. Таким чином, система з об’єктом керування - “виконавчий пристрій + випарник” - і оптимальним за швидкодією регулятором або нечітким регулятором має дуже значні переваги як по швидкодії, так і по точності відробітку задавального діяння в порівнянні з системою із традиційним ПІД-регулятором.  6. Показано, що для системи з об’єктом керування - “виконавчий пристрій + нагрівач” - і цифровим нечітким регулятором час регулювання складає 12,4с, максимальна поточна похибка дорівнює 0,0004% від амплитуди еквівалентного гармонійного діяння. Як показують дослідження, ця система з цифровим оптимальним за швидкодією регулятором чи з цифровим ПІД-регулятором виявляється неробочою (має недопустимо великі похибки на перехідних і сталих режимах).  7. Дослідженням методом математичного моделювання за допомогою інтерактивної системи MATLAB двомірних систем керування параметрами парового котла великої потужності і прямоточного парового котла дубль-блока потужністю 300 МВт із синтезованими цифровими регуляторами при ступінчастому вхідному діянні і еквівалентному гармонійному діянні встановлено, що як для прямоточного парового котла дубль-блока 300 МВт, так і для парового котла великої потужності поточні похибки при відробітку вхідних діянь практично дорівнюють нулю. Так, для прямоточного парового котла дубль-блока 300 МВт максимальна поточна похибка (за винятком початкового викиду) в контурі керування тиском пари в випарнику не перевищує 0,24 % від амплитуди вхідного гармонійного діяння, а в контурі керування температурою пари на виході нагрівача поточна похибка не перевищує 0,06 %; час регулювання в першому контурі не перевищує 5 хв, у другому – 2 хв.  8. Дослідження методом математичного моделювання системи регулювання температури перегрітої пари на виході парового котла типу ТГМП-204 енергоблока потужністю 800 МВт з оптимальними за швидкодією цифровими регуляторами показують, що при надходженні на вхід системи еквівалентного гармонійного діяння регулятори забезпечують наступну якість системи (яка характеризується поточною похибкою розузгодження): при роботі енергоблока в першому режимі (потужність 400 МВт) максимальна поточна похибка не перевищує 0,8% від амплитуди вхідного сигнала; при роботі енергоблока у другому режимі (потужність 600 МВт) максимальна поточна похибка не перевищує 0,14% від амплитуди вхідного сигналу. Оптимальні за швидкодією цифрові регулятори забезпечують в системі аперіодичні перехідні процеси (без перерегулювання) з часом регулювання, який не перевищує 60с для першого режиму, 30с для другого режиму і 10с для третього (потужність 800 МВт) режиму роботи енергоблока.  9. Дослідження методом математичного моделювання системи регулювання температури перегрітої пари на виході парового котла типу ТГМП-204 енергоблока потужністю 800 МВт з нечіткими цифровими регуляторами показує, що при надходженні на вхід системи еквівалентного гармонійного діяння регулятори забезпечують наступну якість системи (яка характеризується поточною похибкою розузгодження): при роботі енергоблока в першому режимі (потужність 400 МВт) максимальна поточна похибка не перевищує 3% від амплитуди вхідного сигнала; при роботі енергоблока у другому режимі (потужність 600 МВт) максимальна поточна похибка не перевищує 0,5% від амплитуди вхідного сигнала; при роботі енергоблока у третьому режимі (потужність 800 МВт) максимальна поточна похибка не перевищує 0,026% від амплитуди вхідного сигналу. Нечіткі цифрові регулятори забезпечують в системі перехідні процеси з перерегулюванням, яке не перевищує 3%, і часом регулювання, який не перевищує 280 с для першого, 260 с для другого і 160 с для третього режимів роботи енергоблока.  10. Для нестаціонарного режиму роботи парового котла типу ТГМП-204, коли навантаження енергоблока змінюється від 400 до 800 МВт, можна використовувати традиційний ПІД-регулятор чи нечіткий регулятор. Дослідженням методом математичного моделювання показано, що максимальна поточна похибка (викид вихідного сигналу) при стрібкоподібних змінах навантаження енергоблока в 200 Мвт в системі керування з настроєним нечітким регулятором у два раза менше похибки в системі керування з настроєним ПІД-регулятором.  11. Для стаціонарних режимів роботи парового котла доцільно використовувати оптимальні за швидкодією цифрові регулятори, а для нестаціонарних режимів - нечіткі регулятори.  12**.**Достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій підтверджена результатами теоретичних розрахунків та математичного моделювання.  На підставі наукових результатів, одержаних в дисертації, можливо проектувати мікропроцесорні одномірні САК основними параметрами парогенератора та двомірні САК, які забезпечують роздільне керування тиском пари у випарнику і температурою пари на виході нагрівача,із високою якістю (точністю відпрацьовування довільних вхідних діянь і оптимальною швидкодією), що забезпечується шляхом включення в замкнуті контури керування синтезованих оптимальних за швидкодією та нечітких цифрових регуляторів і розв’язкою (в двомірних САК) контурів керування синтезованими аналоговими перехресними регуляторами. Отримані в дисертації результати можуть буть використані для створення перспективних цифрових одно- та двомірных САК параметрами парогенераторів. | |