**Постол Юлія Олександрівна. Розробка і дослідження двомірної системи автоматичного регулювання двигуна Стірлінга невеликої потужності: дис... канд. техн. наук: 05.05.03 / Національний транспортний ун-т. - К., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Постол Ю.О. Розробка і дослідження двомірної системи автоматичного регулювання двигуна Стірлінга невеликої потужності. – Рукопис.  Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.03 – Теплові двигуни. – Національний транспортний університет, Київ, 2004  Дисертація присвячена розробці системи автоматичного регулювання двигуна Стірлінга невеликої потужності, призначеного для використання як первинний двигун у міні-Стірлінг–електричних агрегатах, і визначенню його раціональних параметрів. Показано, що в малопотужних ДС можна не регулювати подачу повітря в камеру згоряння, а обмежуватись автоматичним регулюванням максимальної температури стінки нагрівача і частоти обертання колінчатого вала ДС. Для цього розроблена двомірна незв'язана система автоматичного регулювання ДС, в яку входять дві самостійні системи: для регулювання температури нагрівача і частоти обертання ДС. В обох системах застосовані мікропроцесорні астатичні регулятори. У зв'язку з відсутністю на Україні повноцінних ДС, в якості регульованого об'єкта прийнята спрощена діюча модель цього двигуна під маркою УДС-1, до нього пасовою передачею приєднано електричний генератор постійного струму, що використовувався як гальмовий пристрій. Для регулювання потужності до робочого циліндра ДС приєднано додатковий “мертвий” об’єм у вигляді циліндра з поршнем, на який діє регулятор частоти обертання. Для проведення розрахунково-теоретичних досліджень розроблена нелінійна динамічна модель, у яку входять диференціальне рівняння другого порядку і чотири диференціальних рівняння першого порядку. Система диференціальних рівнянь вирішувалась чисельним методом Рунге-Кутта-Фельдберга на ПЕОМ. Для експериментальних досліджень ДС був обладнаний приладами для вимірювання основних показників його роботи, у тому числі індиціювання тиску в робочому циліндрі і запису перехідних процесів на ПЕОМ. Підтверджено адекватність математичної моделі.  Дослідження показали, що якість перехідних процесів в експериментальній САР істотно залежать від двох параметрів: швидкості змінювання “мертвого” об’єму і запізнювання початку переміщення поршня в цьому об’ємі. Визначено раціональні значення цих параметрів: швидкість – не менше 100 см3/з, запізнювання не більше 0,1 с. У цьому випадку закиди частоти обертання та тривалість перехідних процесів не перевищує припустимих значень – 10% і 5 с. У цілому досліджену САР можна рекомендувати як основу для розробки САР перспективних ДС невеликої потужності. | |
| |  | | --- | | 1. Одним з напрямків вирішення проблеми використання альтернативних видів палив, які непридатні для ДВЗ, є застосування двигунів Стірлінга для приводу електричних агрегатів невеликої потужності. Однак для ДС потрібна складна багатомірна САР частоти обертання колінчатого вала і температури стінки нагрівача, причому потужність регулюють зміною початкового тиску робочого циклу в циліндрах ДС.  2. Систему автоматичного регулювання малопотужного ДС можна спростити шляхом застосування регулювання потужності змінювання величини “мертвого” об’єму за умов подачі повітря в камеру згоряння природною тягою. Така експериментальна двомірна САР розроблена в дисертації.  Для натурних досліджень виготовлена експериментальна Стірлінг – електрична установка з навчальним ДС мод. УДС-1, обладнана експериментальною САР.  3. Експериментальна САРТ розроблена на базі мікропроцесорного вимірника – регулятора ТРМ12-Pic, у який внесені зміни для збільшення його швидкодії, а експериментальна САРЧ – на базі лічильника імпульсів СИ-8. У САРТ і САРЧ реалізується релейний трьохпозиційний принцип регулювання і здійснюється пропорційно – диференційний закон регулювання.  4. Дослідами встановлено, що ДС мод. УДС-1 в агрегаті з електричним генератором є аперіодичною ланкою другого порядку, рух якої описується лінійним диференціальним рівнянням 2-го порядку.  5. Для розрахунково – теоретичних досліджень статичних і динамічних властивостей САР ДС мод. УДС-1 розроблена нелінійна динамічна математична модель САР ДС мод. УДС-1 в агрегаті з електрогенератором і складені алгоритми та програми для виконання розрахунків на ЕОМ. У математичну модель входять одне диференціальне рівняння другого порядку і чотири диференціальних рівняння першого порядку, в ній враховані всі істотні і несуттєві нелінійності. Динамічні процеси в САР розраховувалися на ЕОМ шляхом чисельного інтегрування системи диференціальних рівнянь методом Рунге-Кутта-Фельдберга.  Підтверджено адекватність математичної моделі.  6. Розрахунки за допомогою математичної моделі і натурні експерименти показали:  а) релейні регулятори забезпечують одержання астатичних характеристик частоти обертання ДС і температури нагрівача;  б) перехідні процеси за частотою обертання після миттєвого скидання – накиду навантаження відбуваються з одним закиданням частоти обертання, що свідчить про великий запас стійкості САРЧ;  в) на показники якості перехідних процесів після миттєвих скидання і накиду навантаження, в основному, впливає швидкість змінювання додаткового “мертвого” об’єму і запізнювання начала його зміни. Чим більше швидкість і менше запізнювання, тим менш закид частоти обертання і тривалість перехідного процесу;  г) введення в закон регулювання впливу по похідній сприяє підвищенню стійкості САР;  д) при швидкості змінювання додаткового “мертвого” об’єму не менше  100 см3/с і запізнювання не більше 0,1 с, в дослідній САР забезпечуються показники перехідних процесів відповідно до ГОСТ 13822-82 і ГОСТ 10511-83: закид частоти обертання не більше 10%, тривалість перехідного процесу регулювання не більше  5 с.  7. Проведені дослідження мають пошуковий характер. Результати їх використовуються в науково-дослідній роботі, а також у навчальному процесі в ТДАТА і НТУ і можуть бути використані при розробках вітчизняних Стірлінг - електричних агрегатів невеликої потужності. | |