

УДК 621.45.026

Я. С. Веклич, О. В. Бондаренко, С. В. Єпіфанов

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ СИНХРОНІЗАЦІЇ ДВИГУНІВ ВЕРТОЛІТНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ

Більшість вертольотів розроблено за дводвигуновою схемою. Двигуни, які встановлюються на вертоліт, можуть відрізнятися за своїми параметрами. Унаслідок цього, при однакових значеннях витрати палива кожен з двигунів буде забезпечувати різні значення параметрів робочого процесу. Тому однією з найважливіших вимог до керування силовою установкою вертольота є синхронізація режимів роботи двигунів з метою підвищення ресурсу головного редуктора й узгодження виробітку ресурсу двигунів.

Вибір параметру робочого процесу, за яким виконується синхронізація, є досить складним завданням. У сучасних електронних САК синхронізація може відбуватися за крутильними моментами або температурами. Синхронізація за крутильними моментами відбувається для рівномірного навантаження на редуктор та для зменшення механічних витрат у трансмісії. Синхронізація за температурами відбувається для встановлення однакових температурних умов для відповідних вузлів, що забезпечує рівномірність вичерпання ресурсів обох двигунів. Аналіз задачі синхронізації двигунів дводвигунової силової установки вертольота до-зволяє сформулювати основні специфічні вимоги до ММ, необхідної для її розв'язання. За своїм складом, ММ має відповідати загальному складу силової установки, тобто містити в собі підмоделі двигунів, трансмісії, несучого гвинта вертольота, а також САК. ММ має адекватно відображати статичні й динамічні властивості цих компонентів в області режимів роботи, характерній для синхронізації. Для автономного аналізу й синтезу алгоритмів синхронізації до складу вхідних параметрів ММ мають входити керуючі параметри, за допомогою яких планується реалізувати синхронізацію, та параметри, за якими планується виконувати синхронізацію. Алгоритми синхронізації є часткою зворотних зв'язків, що їх накладає САК на двигуни. Для моделювання взаємодії алгоритмів синхронізації з іншими алгоритмами керування підмоделі САК має містити у своєму складі усі контури керування з їх алгоритмами. Динамічні властивості системи мають бути наближеними до реальних, урахувати динамічні зворотні зв'язки усіх контурів керування, а також динаміку виконавчих пристроїв, що забезпечують зміну витрати палива. Синхронізація спричиняється відмінністю між характеристиками й

параметрами двигунів, що входять до складу силової установки. Тому ММ має відбивати цю причину, тобто підмоделі двигунів повинні бути відмінними одна від одної внаслідок індивідуальних особливостей двигунів.

Для САК газотурбінних двигунів характерним є багатоконтурна структура регуляторів, які замкнені на один і той же керуючий параметр. Характерною проблемою таких систем є можливість виникнення коливань при зміні активного регулятора внаслідок повернення до попереднього активного контуру. Крім того, для усунення статичних похибок керування контури оздоблюють інтегральною складовою, яка може необґрунтовано накопичуватися, коли контур стає неактивним. Як наслідок, коли контур знов стає активним, виникає надлишково інтенсивний керуючий вплив, який призводить до погіршення динамічних характеристик системи й може викликати втрату її стійкості. У роботі розглянуто можливі методи вирішення зазначених проблем та запропоновано впровадити гістерезис при зміні активного контуру керування, а також додатковий внутрішній зворотний зв'язок у регуляторі, який зменшує або робить рівною нулю інтегральну компоненту.

Синхронізація значень крутильних моментів відбувається за допомогою ПІ-регулятора. Для унеможливлення необґрунтованого зростання інтегральної складової синхронізатора моментів та зниження частоти обертання синхронізація відбувається при досягненні розузгодженням крутильних моментів певного значення.