**Налісний Микола Борисович. Вібраційне горіння в низькоемісійних камерах згоряння газотурбінних установок : Дис... канд. наук: 05.05.16 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Налісний М.Б. Вібраційне горіння в низькоемісійних камерах згоряння газотурбінних установок. - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.16 - турбомашини та турбоустановки. Інститут проблем машинобудування ім. А.М.Підгорного НАН України, Харків, 2007 р.  У дисертації вирішена важлива науково-технічна задача виявлення режимів вібраційного горіння в низькоемісійних камерах згоряння газотурбінних установок на основі обробки вібраційних сигналів. Розроблено математичну модель камери згоряння ГТУ з урахуванням інерційності руху мас паливного газу в тракті подачі паливного газу, динамічного запізнювання заповнення камери згоряння, інерційності руху продуктів згоряння в жаровій трубі. Проведені на ГТУ типу ДН-80 натурні експерименти підтверджують адекватність розробленої математичної моделі по виявленню частотних діапазонів прояву вібраційного горіння.  Розроблено методику виявлення режимів вібраційного горіння в низькоемісійних камерах згоряння ГТУ на основі вібраційних сигналів з використанням методів вузькосмужної спектральної обробки. Практична частина розробленої методики реалізована апаратурно у вигляді “Сигналізатора вібраційного горіння”. Здатність виявлення вібраційного горіння розробленим сигналізатором підтверджено в результаті виконання заводських випробувань на ГТУ типу ДГ-90. | |
| |  | | --- | | Вирішена наукова задача виявлення режиму вібраційного горіння в низькоемісійних камерах згоряння газотурбінних установок на основі застосування методів вузькосмужної обробки вібраційних сигналів КЗ, що дозволило отримати наступні результати.   1. На основі спектрального аналізу сигналів датчиків пульсацій тиску і вібрації, встановлених у районі КЗ ГТУ типу ДН-80, виявлено лінійну залежність між амплітудами пульсацій тиску в камері згоряння ГТУ та віброприскоренням корпусу КЗ при різних частотах коливань. Встановлено, що рівень кореляції між складовими спектрів, отриманими з датчиків пульсацій тиску і вібрації, встановлених в районі КЗ, становить 0,999, що свідчить про можливість використання сигналу штатного датчика вібрації для виявлення вібраційного горіння в камері згорання ГТУ. 2. На основі аналізу особливостей процесу організації горіння в сучасних низькоемісійних камерах згоряння ГТУ, розроблено формалізований опис механізмів і причин вібраційного горіння, обґрунтовані вимоги до математичної моделі досліджуваного процесу. 3. Розроблено математичну модель камери згоряння ГТУ з урахуванням наступних динамічних факторів:   динамічного запізнення заповнення “холодної” частини камери згоряння, що визначає темп змін тиску за компресором залежно від різних витрат повітря у зоні горіння і за компресором;  інертності руху продуктів згоряння в жаровій трубі, що визначає темп змін витрат повітря у зоні горіння залежно від різниці тиску повітря в ділянці форсунок на вході в зону горіння та на виході КЗ;  динамічного запізнення заповнення “гарячої” частини камери згоряння, яка визначає темп змін температури і тиску на виході КЗ залежно від різних витрат повітря у зоні горіння і в турбіні компресора;  динамічного запізнення заповнення пневматичної ємності трубопроводу тракту подачі паливного газу, що визначає темп змін тиску в середині трубопроводу залежно від різних витрат паливного газу через ПРК і форсунки паливного газу;  інерційності руху мас паливного газу в тракті подачі паливного газу, що визначає темп змін витрат паливного газу через ПРК і форсунки.   1. В результаті виконання математичного моделювання динаміки КЗ ГТУ типу ДН-80 одержана амплітудно-частотна характеристика коливань тиску в КЗ. Згідно з результатами математичного моделювання, характерними для встановлення автоколивань в низькоемісійній КЗ є два діапазони частот: D*fнч*=25...50 Гц та D*fвч*=430...525 Гц. Високочастотний діапазон D*fвч* проявлення вібраційного горіння в 3,2 раза ширше, ніж низькочастотний D*fнч*. Максимальна амплітуда низькочастотних коливань в 1,8 раза вище високочастотних. 2. Вперше розроблена методика виявлення режиму вібраційного горіння в низькоемісійних камерах згоряння ГТУ на основі вібраційних сигналів з використанням методів вузькосмужної спектральної обробки. На відміну від існуючих, як вихідне джерело інформації використовується сигнал від датчика вібрації, встановленого на корпусі камери згоряння ГТУ. Методика базується на ідеї виділення зі смуги частот роторних гармонік сигналу, пропорційного СКЗ віброшвидкості, що відповідає гармонікам вібраційного горіння камери згоряння. 3. В результаті проведення натурного експерименту на двигуні типу ДН-80, який є приводом газоперекачувального агрегату ГПА-25С, виявлено домінуючі гармоніки коливань при виникненні процесів вібраційного горіння в його низькоемісійній камері згоряння. Вібраційне горіння виявляється на частоті 31,7 Гц у низькочастотній ділянці спектра і 400…500 Гц у високочастотній ділянці. Амплітуда низькочастотних коливань в 1,4 рази перевищує амплітуду високочастотних складових. 4. Адекватність розробленої математичної моделі динаміки камери згоряння ГТУ підтверджується узгодженням отриманих результатів математичного моделювання з даними натурного експерименту для ГТУ типу ДН-80. 5. На основі штатного датчика вібрації, встановленого на корпусі КЗ ГТУ, застосування додаткових формувачів сигналів і цифрового програмованого автомату, розроблено і створено апаратурний “Сигналізатор вібраційного горіння”, а також експериментальний стенд та програмне забезпечення для проведення настройки, калібрування та випробувань апаратури з виявлення нестійкого горіння в КЗ ГТУ, яка базується на вібраційних сигналах. 6. Отримана в результаті проведення стендових експериментальних досліджень амплітудно-частотна характеристика фільтрів розробленого “Сигналізатора вібраційного горіння”, свідчить про забезпечення видачі відповідних сигналів за наявності факту вібраційного горіння в камері згоряння ГТУ. Створений “Сигналізатор вібраційного горіння” може бути використаний у штатній системі автоматичного керування ГТУ, а також при реалізації систем активного подавлення вібраційного горіння. 7. Достовірність розробленої методики та працездатність створеного “Сигналізатора вібраційного горіння” підтверджено результатами їх заводських випробувань на стенді ГТУ типу ДГ-90 в ДП НВКГ «Зоря-Машпроект», м. Миколаїв.   Основні теоретичні і практичні результати дисертаційної роботи можуть бути використані в експериментальних конструкторських бюро, науково-дослідних установах та інститутах, які займаються розробкою та доведенням камер згоряння ГТУ, а також експлуатаційними організаціями для виявлення нестійких режимів роботи ГТУ з низькоемісійними КЗ. | |