

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИМУШЕНИХ ПОЗДОВЖНИХ КОЛИВАНЬ ЛОПАТКИ ТУРБИНИ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ВНАСЛІДОК ЗМІНИ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ РОТОРУ

Ісаєв А.О., Ромашов Ю.В., Хижняк В.О.

Національний технічний університет "ХПІ", Харків

Проблема коливань робочих лопаток турбін залишається актуальною вже тривалий час, про що свідчить велика кількість відповідних публікацій. Причинами стійкого інтересу, імовірно є зростання робочих параметрів турбін, що відбувалося до недавнього часу, а в останні часи – зростання вимог щодо безпечної експлуатації турбоагрегатів. У сучасних дослідженнях основну увагу приділяють згинальним коливанням лопаток, що відповідає нормальним умовам експлуатації турбін в енергетиці та авіації. Поздовжні коливання мають місце за умов нерівномірного обертання ротору, що для енергетичних турбін є аварійним режимом, який виникає за умов короткого замикання ротору генератора. Відомі переваги газотурбінних двигунів сприяють дослідженням, щодо їхнього впровадження у наземному транспорті, в якому нормальним експлуатаційним умовам притаманні суттєві зміни частоти обертання роторів притаманні газотурбінним двигунам наземного транспорту.

В роботі сформульовано математичну постановку задачі про вимушені поздовжні коливання лопатки, яку схематизовано стрижнем із постійним перерізом, що знаходиться в полі змінної у часі відцентрової сили від обертання ротору. Розглянуто розв'язання сформульованої задачі методом Бубнова-Галеркіна, за яким задачу зведено до інтегрування звичайних лінійних диференціальних рівнянь з урахуванням початкових умов. Початкові умови відповідають розв'язку квазістатичної задачі про напружено-деформований стан лопатки у полі стаціонарної відцентрової сили. Розглянуто квазістатичну задачу про напружено-деформований стан лопатки у полі стаціонарної відцентрової сили. Показано, що розв'язки, які одержані методом Бубнова-Галеркіна, мають високу точність при відносно невеликій кількості пробних функцій.

Одержані розв'язки динамічних задач про поздовжні коливання лопаток, що виникають внаслідок зміни кутової швидкості ротору завдяки його розгону, сповільненню та крутильним коливанням за гармонійним законом. Встановлено, що розгін та сповільнення ротору не викликає суттєвих поздовжніх коливань лопатки навіть при суттєвій зміні кутової швидкості ротору за короткий час. Показано, що крутильні коливання ротору викликають суттєві поздовжні коливання лопатки, амплітуда яких суттєво залежить від амплітуди, та мало залежить від частоти змінення у часі кутової швидкості ротору.