

Ю.І. КАЛЮХ

ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»; Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна, e-mail: *kalyukh2002@gmail.com*.

О.Г. ЛЕБІДЬ

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна, e-mail: *o.g.lebid@gmail.com*.

ЗАСТОСУВАННЯ АСИМПТОТИЧНИХ І ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖ СТІЙКОСТІ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ У ПОТОЦІ

Анотація. На основі асимптотичних та чисельних методів досліджено причини та сукупність параметрів, що спричиняють аеропружні коливання за флатерним типом у розподілених системах (РС). Нестійкість зумовлена спільним впливом трьох чинників: знесенням збурень вздовж РС по потоку, згинальною жорсткістю і впливом інерційної сили, що є розподіленим рухомим вздовж РС навантаженням. Збільшення сили натягу і згинальної жорсткості РС зрушує зону нестійкості у більш високочастотний діапазон коливань. Збільшення відносної щільності потоку і відносної довжини РС розширює область нестійкості. Наявність кута нахилу РС до потоку додає особливостей у баланс сил, що діють на РС, і в формування межі областей стійкості і нестійкості. Однак коректне оцінювання його впливу у розглядуваній моделі неможливе і вимагає більш детального подальшого розгляду. Конфігурація РС у нестійкій області вказує на концентрацію напружень поблизу верхнього її кінця. Отримані результати для малих кутів нахилу РС до потоку узгоджуються з відомими результатами, одержаними іншими авторами.

Ключові слова: хвилі, аеропружність, асимптотичні методи, флатер, безлопатевий вітрогенератор.

ВСТУП

Розподілені системи (РС) є важливим інструментом для досліджень цілої низки систем наукового, прикладного та військового характеру в космічному, повітряному та водному середовищах [1–3]. У процесі експлуатації такі системи чутливі до впливу набігаючого потоку, що діє на них співвісно або під деяким кутом. Найчастіше РС унаслідок взаємодії з потоком втрачає стійкість і починає здійснювати поперечні коливання малої або великої амплітуди [4, 5]. Відомі результати вітчизняних вчених Ю.Г. Кривоноса та І.Т. Селезова з дослідження аеро-, гідро- та магнітопружних хвиль у потоці рідини, газу та плазми [6]. Досліджували хвильові процеси у різних середовищах відомі українські вчені А.В. Гладкий, І.В. Сергієнко, В.В. Скопечкий [7, 8], В.Ф. Губарев [9], О.М. Трофимчук [10] та ін.

З одного боку, «шкідливі» аеропружні коливання спричиняють руйнування мостів, крил літаків тощо [11–13]. З іншого боку, це явище як «позитивне» вперше було використане в безлопатевому вітрогенераторі іспанською компанією Vortex Bladeless у 2011 р. [14–16]. Вертикальний безлопатевий вітрогенератор має вигляд величезної бейсбольної бити, що закріплена на ручці та розгойдується на вітрі (рис. 1). Розгойдування відбувається під дією коливного набігаючого потоку; він виникає, коли суцільне середовище обтікає циліндричний корпус.

© Ю.І. Калюх, О.Г. Лебідь, 2022