

О.Ю. ЄРЬОМЕНКО, канд. техн. наук, доц., С.О. ВОЛКОВ, канд. техн. наук, ст. викладач
Криворізький національний університет

О.О. ДЕМЧЕНКО, фахівець, С.О. ДЕМЧЕНКО, начальник технічного відділу ПП «Стіл Сервіс»

ОКРЕМІ ПИТАННЯ РОЗРАХУНКУ СПОРУД НА ВІТРОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ

Окремі будівельні конструкції, такі як підвісні (вісячі) мости, вежі можуть зазнавати впливу аеродинамічних сил, що виникають у результаті переміщень власних конструкцій. На ці переміщення, які називають самозбуджувальними, в свою чергу, впливають створювані ними аеродинамічні сили. Поведінка, пов'язана із самозбуджувальними рухами, називається аеропружною [1].

До проєктних особливих впливів вітру належать впливи, які можуть призвести до збудження аеродинамічно нестійких коливань типу галоупування, дивергенції, різних видів флатера. Такі явища є неприпустимими, оскільки можуть спричинити руйнування несучих конструкцій [1].

Історично перший і найпоширеніший підхід для дослідження вітрових впливів на конструкції - експериментальний. Оскільки натурні випробування стикаються з низкою труднощів, як, наприклад, неможливість відтворення реального атмосферного стану урагану, широко застосовується випробування моделей у лабораторних умовах, наприклад, в аеродинамічних трубах. Реальні умови обтікання складні для відтворення в аеродинамічних трубах, тому під час проведення модельних експериментів обмежуються умовами часткової динамічної подібності.

На сьогоднішній день існують безліч програмних комплексів, які дають змогу проводити динамічний розрахунок конструкцій і споруд на вітрові навантаження. До них належать, наприклад, ANSYS CFX, ANSYS FLUENT, OpenFOAM, FlowVision CFD, STAR-CD, FLOW-3D тощо. Ці програми дають змогу розв'язувати широкий клас завдань прикладної аерогідродинаміки і теплообміну за рахунок чисельного розв'язання рівнянь Нав'є-Стокса, які лежать в основі перерахованих програм [2].

Найбільш прийнятним способом проведення розрахунків вітрових навантажень є поєднання традиційних інженерних методів вітрових навантажень із можливостями сучасних методів комп'ютерного моделювання, зокрема, на основі двовимірних нестационарних моделей.

Для розрахунку аеропружної нестійкості в CFX застосовують технологію FSI (Fluid Structure Interaction), за допомогою якої можна розв'язати задачі двосторонньої взаємодії динамічної поведінки конструкції та вітрового потоку. Методи взаємодії "рідина/газ-конструкція" мають використовуватися в аеропружному аналізі, щоб правильно враховувати зв'язок між механічними та аеродинамічними силами на поверхні розділу "рідина/газ-конструкція". Однак моделювання взаємодії повітряного потоку з конструкцією є дуже трудомістким завданням, оскільки включає в себе розрахунок тривимірних складних течій із рухом сітки, оцінку навантажень вітрового потоку на поверхню тіла і рішення структурної підсистеми, яке зазвичай виконується з використанням неявних схем [2].

Досвід проведення тривимірних нестационарних пов'язаних аеропружних розрахунків практично відсутній і частіше обмежується окремими випадками з конкретними видами нестійкостей і різними спрощеннями, такими як абсолютна жорсткість конструкції, двовимірність процесу тощо. Розроблення підходу для виявлення аеропружної нестійкості на основі синтезу інженерних (нормативних підходів) і математичного (чисельного) моделювання в загальному тривимірному, аеропружному та нестационарному випадку дасть змогу найбільш точно передбачати й усувати появу аеропружної нестійкості [2].

Програми CFD дають тільки інструмент для визначення аеродинамічних параметрів. Тому, необхідно розробити спеціальну методику застосування програм CFD спільно з інженерними методами розрахунку на вітрове навантаження.

Список літератури

1. **Eurocode 1:** Actions on structures. Part 1-4: General Actions. Wind actions. – CEN, 2010. – 146 p.
2. **Abbas T.** Assessment of numerical prediction models for aeroelastic instabilities of bridges // PhD thesis, Bauhaus-Universität Weimar. - 2016.