

ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕТРА НА СООРУЖЕНИЯ

*Судак Виктория Викторовна, студентка 5-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., ассистент)*

Нагрузки и воздействия, возникающие при взаимодействии ветра со строительными конструкциями, по своей природе можно разделить на два типа:

- воздействия, связанные с действием ураганных ветров на сооружения;
- воздействия, вызывающие интенсивные аэроупругие, изгибные, крутильные и изгибно-крутильные колебания.

Флаттер аэродинамических поверхностей — один из наиболее изученных ранее видов аэроупругих колебаний. Термин флаттер имел всевозможные смысловые значения. Впрочем в реальное время данный термин употребляют с внедрением добавочных определений, например классический флаттер, срывной флаттер, флаттер системы с одной степенью свободы, панельный флаттер. Все эти определения сначала применялись в авиационно-космических исследовательских работах, но кое-какие из них были перенесены в инженерные исследования ветровых воздействий. Термин классический флаттер сначала использовали применительно к аэродинамическим поверхностям малой относительной толщины. В данный момент его также используют при изучении колебаний висячих мостов. Под данным термином подразумевается явление аэроупругости, при котором динамические перемещения, соответствующие двум степеням свободы сооружения (повороту относительно продольной оси и вертикальному смещению), становятся связанными при неустойчивых колебаниях, возбуждаемых воздушным потоком. Связь колебаний, соответствующих двум степеням свободы, стала особой чертой классического флаттера.

Срывной флаттер — это крутильные колебания аэродинамической поверхности как системы с одной степенью свободы, возбуждаемые за счет нелинейных характеристик подъемной силы в окрестностях наступления срыва потока или в условиях потери подъемной силы. Это явление также наблюдается в конструкциях, имеющих широкие поверхности, при обтекании которых происходит срыв потока в зависимости от угла атаки набегающего потока. Флаттер системы с одной степенью свободы может включать в себя срывной

флаттер, но может быть просто связан с системами, подверженными действию интенсивных срывных течений. Типичными примерами тому являются плохообтекаемые, расположенные поперек линий тока тела. Весомое место среди них занимают пролетные строения висячих мостов, которые могут в ряде случаев при крутильных колебаниях проявлять неустойчивость как системы с одной степенью свободы.

Панельный флаттер — это незатухающие колебания панелей, вызываемые распространением вдоль них с высочайшей скоростью потока воздуха. Более наглядно они проявляются при сверхзвуковых режимах течения и вследствие этого не наблюдаются в ситуациях, встречающихся при инженерных исследованиях ветровых воздействий.

При детальном исследовании флаттера практически во всех случаях обнаруживаются нелинейные аэродинамические эффекты. Впрочем, в ряде ситуаций оказалось вероятным решить задачу на основе линейных аналитических подходов. В пользу этого свидетельствуют два основных фактора. Для начала, несущая конструкция, как правило, рассматривается как линейная упругая система, и при ее работе основной является такая форма реакции, которой соответствуют гармонические колебания с амплитудой, изменяющейся по экспоненте. Во-вторых, именно в начальной стадии процесса (при его зарождении), которую возможно рассматривать как характеризующуюся лишь небольшими амплитудами колебаний, происходит разделение устойчивого и неустойчивого режимов. Эти две основные особенности выделяют вероятность проводить анализ флаттера на базе простого рассмотрения устойчивости линейных упругих систем.

Свойственным для флаттера как обычного процесса автоколебаний является то, собственно, что система за счет перемещений (и их производных по времени) перекачивает энергию из воздушного потока. В случае если системе задано начальное возмущение, то ее последующие перемещения будут затухать или нарастать (т.е. амплитуды ее колебаний будут уменьшаться или же неограниченно увеличиваться) в зависимости от того, будет ли энергия движения, получаемая от потока, меньше или больше энергии диссипации системы вследствие конструкционного демпфирования. Тогда теоретическая линия раздела между случаями затухания и нарастания амплитуды, т.е. характеризующая установившиеся гармонические колебания, принимается соответствующей критическому условию появления флаттера. При рассмотрении явления флаттера применительно к прогрессивным инженерным исследованиям ветровых воздействий ограничимся только классическим флаттером и флаттером системы с одной степенью свободы.

Методика проверки аэродинамической устойчивости мостов сводится к определению критической скорости ветра для каждого конкретного пролетного строения.

Критическая скорость ветра $V_{кр}$ определяется в зависимости от:

- формы и размеров конструкции;
- массы конструкции;
- динамических характеристик балки жесткости;
- климатических условий региона и т.д.

$$V_{кр} = V_{кр,м} \times \frac{\omega}{2 \times \pi} \times B$$

$V_{кр,м}$ - приведенная критическая скорость, полученная при испытаниях моста;

V_p - расчетная скорость ветра;

ω - частота свободных колебаний;

B - ширина моста в метрах.

Критическая скорость ветра – это скорость, которая вызывает опасные колебания конструкций моста, т.е. при котором на данном пролетном строении возникает одно из аэроупругих явлений.

Литература:

1. Симиу, Э. Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан. – М. : Стройиздат, 1984. – 358 с.
2. Казакевич, М. И. Аэродинамика мостов / М. И. Казакевич. – М. : Транспорт, 1987. – 240 с.
3. Аэродинамика мостов. Особенности аэродинамических экспериментальных исследований [Электронный ресурс] – 2012 г. – http://conmost.blogspot.com.by/p/blog-page_28.html